



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **06236859 A**(43) Date of publication of application: **23.08.94**

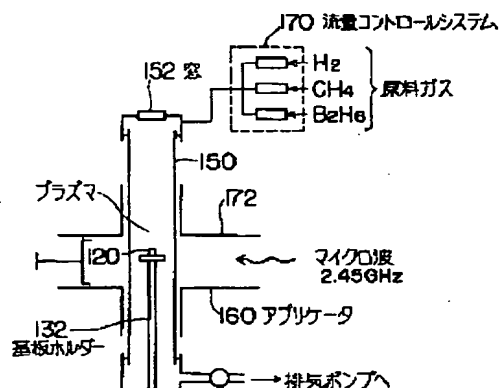
(51) Int. Cl

**H01L 21/302**(21) Application number: **05024307**(22) Date of filing: **12.02.93**(71) Applicant: **CHIKYU KANKYO SANGYO  
GIJUTSU KENKYU  
KIKOSUMITOMO ELECTRIC IND  
LTD**(72) Inventor: **TOMIKAWA TADASHI  
SHIKADA SHINICHI  
CHIKUNO TAKASHI****(54) METHOD OF ETCHING BORON NITRIDE****(57) Abstract:**

**PURPOSE:** To provide a boron nitride etching method which can be easily carried out.

**CONSTITUTION:** A specimen 120 of polycrystalline cubic boron nitride (cBN) is placed on a substrate holder 132 inside a chamber 150. At this point, a diamond is placed on the specimen 120 as a mask. The chamber 150 is exhausted up to a pressure of  $10^{-3}$ Torr, microwaves of 2.45GHz and 200W are applied to make discharge take place in material gas to generate plasma, plasma is introduced into the chamber 150, and an etching operation is carried out in the chamber 150 kept at a pressure of 20Torr. After an etching operation is carried out for a prescribed time, the mask of diamond is removed off, and the etching rate of an etching operation can be checked by measuring a level difference produced on the surface of the specimen 120.

COPYRIGHT: (C)1994,JPO&amp;Japio



(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-236859

(43)公開日 平成6年(1994)8月23日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

H01L 21/302

識別記号

庁内整理番号

F 9277-4M

FI

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数4 OL (全4頁)

(21)出願番号 特願平5-24307

(22)出願日 平成5年(1993)2月12日

(71)出願人 591178012

財団法人地球環境産業技術研究機構

京都府相楽郡木津町木津川台9丁目2番地

(71)出願人 000002130

住友電気工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号

(72)発明者 富川 唯司

兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友

電気工業株式会社伊丹製作所内

(72)発明者 鹿田 真一

兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友

電気工業株式会社伊丹製作所内

(74)代理人 弁理士 長谷川 芳樹 (外3名)

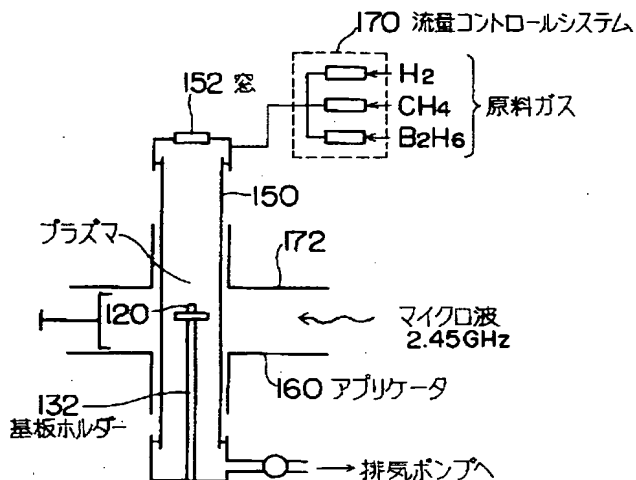
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 窒化ホウ素のエッチング方法

(57)【要約】

【目的】 取扱いの簡便な窒化ホウ素のエッチング方法を提供する。

【構成】 まず、試料120の多結晶の立方晶窒化ホウ素(以下、cBN)をチャンバー150内の基板ホルダー132上にセットする。ここで、ダイヤモンドを試料120にのせてマスク122としておく。そして、チャンバー150の気圧を $10^{-3}$ Torrまで排気した後、2.45GHz、200Wのマイクロ波で原料ガスに放電を起こし、チャンバー150内に導入して圧力を20Torrに保持してエッチングを行う。所定の時間エッチング終了後、マスク122を取り除き、試料120上に形成された段差を計測することでエッチング速度を求めた。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 酸素又はその化合物を含むガスを反応ガスとして窒化ホウ素のプラズマエッチングをすることを特徴とする窒化ホウ素のエッチング方法。

【請求項2】 前記酸素又はその化合物は、 $O_2$ 、 $CO$ 、 $CO_2$ 、 $H_2O$ のいずれか、又は少なくとも一つが混合されたものであることを特徴とする前記請求項1記載の窒化ホウ素のエッチング方法。

【請求項3】 前記反応ガスは、 $Ar$ 、水素のいずれか、又は少なくとも一つが混合されたものであることを特徴とする前記請求項1又は2記載の窒化ホウ素のエッチング方法。

【請求項4】 前記プラズマエッチングは、マイクロ波によるものであることを特徴とする前記請求項1、2又は3のいずれか一項に記載の窒化ホウ素のエッチング方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、窒化ホウ素を材料とするプロセス、特に、半導体製造プロセスにおけるエッチング方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】窒化ホウ素は、従来のシリコンやガリウム砒素などの半導体と比較してバンドギャップが非常に大きく、これらの半導体とは異なった特性を持ち、新たな半導体応用分野を切り開くものとして期待されている。例えば、「Appl. Phys. Lett. Vol. 53(1988)p962-964」にあるように青色から紫外にかけての発光素子や本件出願人によるヘテロ接合素子などがある。

【0003】しかし、全く新しい材料であるので、実用化するにはプロセス技術を含めて様々な課題が残されている。エッチング技術は、窒化ホウ素半導体においても良好な素子の製造上非常に重要な基本技術であり、シリコンデバイスの場合と同様に、微細加工ができること、清浄であること、均一性があることなどが要求される。窒化ホウ素は化学的にも熱的にも非常に安定した物質なので、ウェットエッチングよりもドライエッチングがのぞましいものと考えられる。窒化ホウ素のエッチング方法については、研究が緒に付いたばかりなので例は少ないが、「Jap. J. Appl. Phys. Vol. 30(1991)p344-348」のようにアルゴン $Ar$ によるプラズマエッチングがある。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】上述の窒化ホウ素のエッチング方法はアルゴンプラズマによるものであり、アルゴンは不活性ガスであることから、上述の方法では、アルゴンプラズマによるスパッタリングという物理的な方法でエッチングがなされているものと考えられる。そのため、上記文献「Jap. J. Appl. Phys. Vol. 30(1991)p344-348」のfig. 4にあるように、そのエッチングレート

は、よくても1オングストローム/sec程度であり、非常に遅いという問題があった。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明の窒化ホウ素のエッチング方法は、酸素又はその化合物を含むガスを反応ガスとして窒化ホウ素のプラズマエッチングをすることを特徴とする。酸素又はその化合物には、例えば、 $O_2$ 、 $CO$ 、 $CO_2$ のいずれか又はこれらを混合したものが望ましいが $H_2$ や不活性ガスをキャリアガスとして $H_2O$ を導入してもよい。また、反応ガスには、 $Ar$ といった不活性ガスをさらに混合しても良い。

【0006】プラズマエッチングは、マイクロ波によるものであることを特徴としても良い。

## 【0007】

【作用】本発明のエッチング方法では、反応ガスのプラズマ中の酸素ラジカルが窒化ホウ素表面の窒素やホウ素と反応し、 $NO_x$ 、 $BO_x$ となって、これが気相中に拡散し排出され除去され则认为られる。酸素ラジカルと窒化ホウ素表面の反応が進行し、窒化ホウ素のプラズマエッチングがなされるものと考えられる。

【0008】 $Ar$ といった不活性ガスや $H_2$ などはキャリアガスとして用いられるが、反応ガスに $Ar$ などの不活性ガスを混合した場合、プラズマを安定させることができるうえにエッチング速度が向上する。これは、 $BO_x$ がスパッタリングで除去されることに起因するものと考えられる。

## 【0009】

【実施例】本発明の実施例を図面を参照して説明する。

図1は、本実施例において用いたプラズマエッチング装置の概略を示したものである。この装置では、チャンバー150内に試料120が置かれ、マイクロ波がアプリーゲータ172を介してチャンバー150の基板ホルダー132上におかれた試料120近傍に印加される。そして、このマイクロ波によってチャンバー150内で原料ガスがプラズマ化し、これによって生じる原料ガスのラジカルと試料120とが反応しエッチングが行われる。試料120と原料ガスのプラズマとで生じた反応生成物は、チャンバー150から排気される。

【0010】この装置を用いてつぎのようにしてエッチングを行った。

【0011】まず、試料120の多結晶の立方晶窒化ホウ素（以下、 $cBN$ ）をチャンバー150内の基板ホルダー132上にセットする。ここで、ダイヤモンドを試料120にのせてマスク122としておく（図2

(a)）。そして、チャンバー150の気圧を $10^{-3} Torr$ まで排気した後、原料ガスをチャンバー150内に導入して圧力を $20 Torr$ に保持し、 $2.45 GHz$ 、 $200 W$ のマイクロ波で原料ガスに放電を起こし、エッチングを行う（図2(b)）。所定の時間エッチ

ング終了後、マスク122を取り除き、試料120上に形成された段差を計測することでエッチング速度を求めた(図2(c))。

【0012】原料ガスの組成を変えて試料120をエッチングした結果を示したのが表1である。比較のために反応ガスを従来例で示したものと同等にして同一の条件\*

\*で行った結果も比較例1~4として示してある。なお、「H<sub>2</sub>O/H<sub>2</sub>」は、H<sub>2</sub>を大気圧下でバブラーを通してH<sub>2</sub>Oとの混合ガスにしたものである(図3)。

【0013】

【表1】

	原料ガスの流量						エッチングレート A/sec
	H <sub>2</sub> sccm	H <sub>2</sub> O/H <sub>2</sub> sccm	O <sub>2</sub> sccm	CO <sub>2</sub> sccm	CO sccm	Ar sccm	
実験例1	160	40	0	0	0	0	8.2
実験例2	140	40	0	0	0	20	10.5
実験例3	180	0	20	0	0	0	9.1
実験例4	160	0	20	0	0	20	12.3
実験例5	180	0	0	20	0	0	8.5
実験例6	160	0	0	20	0	20	11.7
実験例7	180	0	0	0	20	0	8.4
実験例8	160	0	0	0	20	20	10.9
比較例1	180	0	0	0	0	20	0.2
比較例2	160	0	0	0	0	40	0.2
比較例3	0	0	0	0	0	200	0.3
比較例4	200	0	0	0	0	0	<0.1

この表から明らかなように、原料ガスがO<sub>2</sub>、CO、CO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>Oといった酸素又はその化合物を含むものであれば、従来のものよりもはるかに大きなエッチング速度でcBNがエッチングされる(実験例1~8)。なお、H<sub>2</sub>は、エッチング速度の減速のために添加したものであり(比較例参照)、プラズマ雰囲気制御のためのものである。また、原料ガスにアルゴンを添加することでエッチング速度が増加した。

【0014】本実施例ではつぎのようにしてエッチングがなされていると推定される。

【0015】マイクロ波によって原料ガスがプラズマ化し、プラズマ中に酸素ラジカルが生じる。この酸素ラジカルが強固に結合した試料表面の窒素やホウ素と反応し、cBN表面の窒素やホウ素を剥離して反応生成物としてNO<sub>x</sub>、BO<sub>x</sub>となる。酸素ラジカルは窒素やホウ素と反応の反応性が高く、そのため従来例のものよりもエッチング速度が大きくなるものと考えられる。

【0016】反応生成物は、試料表面からチャンバー150内の気相中に拡散し基板表面から除去され、排気ガスとして排出され除去される。こうして、酸素ラジカルとcBN表面の窒素やホウ素の反応が漸次進行し、cBNのプラズマエッチングが行われる。ここで、BO<sub>x</sub>はNO<sub>x</sub>と比較してガス化しにくいものであるが、アルゴンを添加することでスパッタリングで除去されるものと考えられる。そのため、アルゴンなどの不活性ガスを添加するとよりエッチング速度が大きくなるものと考えられる。

【0017】このように、このエッチング方法は、清浄

なエッチングを行うことができ、良好な制御性及び再現性を持った微細な加工も行い得るというプラズマエッチングの利点を有するものであり、さらに、従来よりもはるかに大きなエッチング速度がえられる、という利点もあわせもつ。

【0018】反応条件については上記実施例の以外に様々なものにし得る。圧力は、マイクロ波(又は高周波)の電力、周波数や磁場をかけるなどの条件でも変わるが、プラズマを発生できる程度ならば良い。通常、0.1~100ないし200Torrにて行うことが可能であり、rf波を印加する場合だと下限は10<sup>-3</sup>Torr程度まで可能である。この場合、圧力が高いほうがよりエッチングスピードが向上するものと考えられる。

【0019】また、原理的に印加するマイクロ波にかえて高周波(13.54MHzなど)のものにすることも可能であり、平行平板型のプラズマエッチング装置、誘導型、ECRでもエッチングを行うことができる。電力は装置の都合上200Wとしたが、より容量の大きな電源を用いることでよりエッチングスピードを上げることが可能である。

【0020】さらに、原料ガスをO<sub>2</sub>、CO、CO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>Oを混合したものにしてもよい。また、マスクはTiやAuなどの金属やS<sub>2</sub>O<sub>2</sub>などの絶縁膜など他の材料を用い得るのはいずれでもない。

【0021】

【発明の効果】以上の通り本発明の窒化ホウ素のエッチング方法によれば、酸素ラジカルが窒化ホウ素表面の窒素やホウ素と反応する、という化学的なエッチングがな

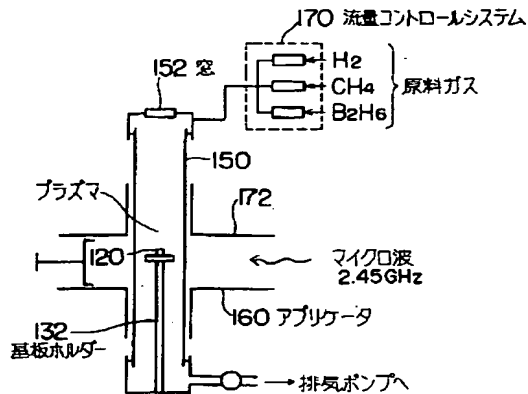
されるものであるので、スパッタエッチングなどの物理的なエッチングと比較して速度の速いエッチングをすることができる。

【図面の簡単な説明】

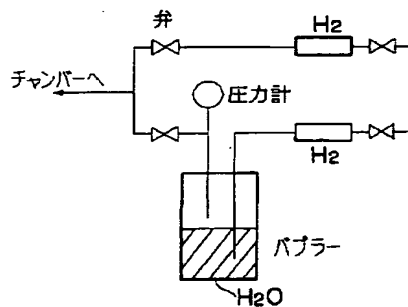
【図1】 プラズマエッチング装置の構成図。

【図2】 プラズマエッチングのなされる様子を示した

【図1】



【図3】



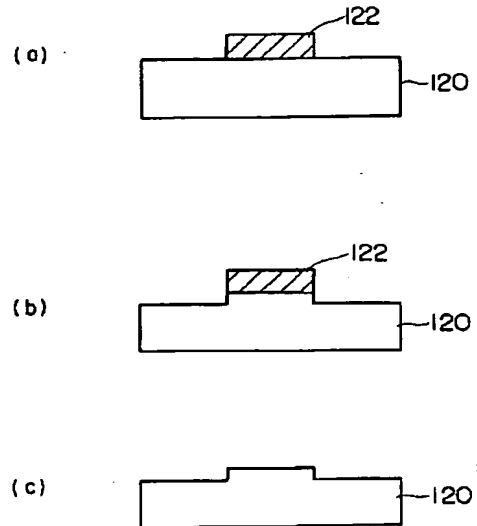
図。

【図3】 「H<sub>2</sub> O/H<sub>2</sub>」混合ガスを作る様子を示す図。

【符号の説明】

120…基板、150…チャンバー150、160…マイクロ波アプリアータ。

【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 築野 孝

兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友  
電気工業株式会社伊丹製作所内